|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 13.060.30 |
| CCS | |  | | --- | | D:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T.pngD:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T后面的反斜杠.png XJBX |   Z 06 |

西安市计量标准检测认证协会团体标准

T/XJBX 0076—2025

生活污水智能监测与预警系统建设指南

Guidelines for intelligent monitoring and early warning system development for domestic wastewater

2025 - XX - XX发布

2025 - XX - XX实施

西安市计量标准检测认证协会  发布

目次

[前言 III](#_Toc205667413)

[引言 V](#_Toc205667414)

[1 范围 1](#_Toc205667415)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc205667416)

[3 术语和定义 1](#_Toc205667417)

[4 总体原则 2](#_Toc205667418)

[5 系统建设 3](#_Toc205667419)

[6 数据管理 4](#_Toc205667420)

[7 预警机制 5](#_Toc205667421)

[8 运行维护 5](#_Toc205667422)

[9 保障措施 6](#_Toc205667423)

1. 前言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由西安市计量标准检测认证协会提出并归口。

本文件起草单位：宁波三友环保工程有限公司。

本文件主要起草人：徐赟懿。

1. 引言

随着城镇化进程的加快和居民生活水平的提高，生活污水排放量持续增长，其水质变化具有突发性、时变性和区域差异性。未经有效处理的生活污水不仅会造成水体污染，影响生态环境，还可能威胁饮用水源安全，增加水环境治理成本。

传统生活污水监测模式多依赖人工采样和实验室分析，存在监测周期长、响应速度慢、数据更新滞后等问题，难以及时发现水质异常并采取措施。智能监测与预警系统利用传感器技术、物联网、大数据和人工智能等手段，实现对生活污水排放的实时监测、动态分析和智能预警，可以有效提升污水管理的科学性、精细化和应急响应能力。

本文件旨在为生活污水智能监测与预警系统的建设提供系统化、标准化的技术指导，涵盖系统设计、设备选型、数据采集与传输、监测指标设定、预警模型构建、运行维护及管理机制等内容，为城镇污水处理厂、排水管理部门和相关企业提供可操作的建设参考。

生活污水智能监测与预警系统建设指南

* 1. 范围

本文件规定了生活污水智能监测与预警系统建设的总体原则、系统建设、数据管理、预警机制、运行维护、保障措施等内容。

本文件适用于城镇生活污水排放口、污水管网关键节点及污水处理厂进出口的智能监测与预警系统建设，也可供工业园区、农村集中式污水处理设施和其他具备生活污水特征的排放源参照使用。

* 1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 18918—2002 城镇污水处理厂污染物排放标准

GB/T 14848—2017 地下水质量标准

GB/T 31962—2015 污水排入城镇下水道水质标准

GB/T 40659—2021 智能制造 机器视觉在线检测系统 通用要求

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

智能监测 intelligent monitoring

利用传感器、数据采集终端、无线通信和数据分析技术，对污水水质、水量等参数进行实时、连续、自动化的监测。

预警系统 early warning system

基于实时监测数据与预设阈值、预测模型或异常检测算法，对潜在水质超标或异常变化进行提示和报警的系统。

监测指标 monitoring indicators

用于反映生活污水水质状况的物理、化学及生物参数，如pH值、化学需氧量、氨氮、总磷等。

数据采集与传输 data acquisition and transmission

通过传感器采集监测数据并利用有线或无线通信方式将数据传输至监测中心或云平台的过程。

* 1. 总体原则
     1. 全面性原则

系统建设应覆盖生活污水排放的主要环节，包括排放口、管网关键节点和污水处理厂进出口，并可根据水环境敏感程度延伸至河道入水口、合流制溢流点等区域。全面性不仅体现在监测点位布局的合理性，也体现在监测指标的选取上，应包括反映有机污染、营养盐、酸碱度、悬浮物等多方面的水质参数，从而形成多层级、多维度的监测网络，确保对水质变化的全程感知。

* + 1. 实时性原则

监测系统应实现对关键指标的实时采集、自动上传与动态展示，确保采样频率与预警响应时间相匹配。对于水质波动较大或受污染风险高的区域，应缩短采样间隔，并在数据采集终端与监控平台之间建立低延时通信链路，以便在异常发生时可于数分钟内触发预警并启动处置流程。

* + 1. 准确性原则

监测设备应符合国家或行业精度等级要求，并定期进行校准与比对试验。数据处理算法应具备噪声抑制、异常值剔除与多点交叉验证等功能，确保采集数据的科学性与可重复性。对关键点位的监测结果可设置多源验证机制，如结合人工巡检、实验室分析数据与在线监测数据进行比对，从而减少误报与漏报。

* + 1. 兼容性原则

系统设计应采用开放式架构和标准化通信接口，兼容不同厂商的传感器、数据采集设备及通信协议，便于后续扩展升级。同时，应考虑与既有水务管理系统、环保监管平台及智慧城市管理平台的对接，实现数据共享与业务协同，避免重复建设和信息孤岛。

* + 1. 可维护性原则

系统应采用模块化结构，传感器、采集终端、通信模块、供电系统等各单元应具备快速更换和独立维护的能力。平台端应提供远程运维功能，支持在线诊断、固件升级和参数调整，减少现场维护频次和运维成本。对于易受环境影响的监测点位，应设计防护措施以延长设备寿命。

* + 1. 安全性原则

应建立完善的数据安全体系，确保数据在采集、传输、存储、使用各环节的完整性和保密性。建议采用数据加密传输、访问权限分级管理及双重身份认证等手段防止非法访问与篡改，同时建立本地与云端多重备份机制，防止数据丢失。对涉及公共安全和环保执法的监测数据，应设立严格的调阅审批流程。

* + 1. 持续改进原则

系统运行过程中，应定期评估预警的准确率、响应时效及设备运行稳定性，根据评估结果优化监测点位布局、指标设置与算法模型。应结合最新技术发展与管理需求，逐步引入更多智能化功能，如基于机器学习的趋势预测、自适应监测策略等，从而实现系统的长期高效运行。

* 1. 系统建设

系统建设应从总体架构、功能配置、监测指标、数据采集与传输等方面进行统筹规划，确保系统满足实时监测、快速预警和稳定运行的需求。

* + 1. 系统总体架构

生活污水智能监测与预警系统应采用分层架构设计，一般包括监测终端层、通信传输层和数据平台层：

1. 监测终端层：由传感器、数据采集单元、供电模块等组成，负责水质数据的实时采集；
2. 通信传输层：采用有线或无线通信方式，将数据传输至数据平台；
3. 数据平台层：完成数据存储、分析、展示与预警，并支持与外部系统的接口对接。

系统总体架构的主要组成与功能说明见表1。

1. 系统总体架构组成与功能说明

| 层级 | 主要组成 | 功能说明 |
| --- | --- | --- |
| 监测终端层 | 水质传感器、数据采集器、供电模块 | 实时采集水质参数，初步处理数据 |
| 通信传输层 | 光纤、4G/5G、NB-IoT、LoRa等 | 保障数据稳定、安全、高速传输 |
| 数据平台层 | 云平台/本地服务器、数据库、分析软件 | 数据存储、分析计算、可视化展示、预警推送 |

* + 1. 监测指标配置

监测指标应结合生活污水水质特征和管理需求确定，至少应包括反映有机污染、氮磷营养盐和其他特征污染物的核心指标，并可根据需要增加重金属、毒性物质等特殊参数。

生活污水常用的在线监测指标及推荐量程见表2。

1. 常用在线监测指标及推荐量程

| 指标 | 推荐量程 | 说明 |
| --- | --- | --- |
| pH值 | 4～10 | 反映酸碱度变化 |
| 悬浮物(SS) | 0～500 mg/L | 反映颗粒物浓度 |
| 化学需氧量(COD) | 0～500 mg/L | 反映有机物污染程度 |
| 氨氮(NH₃-N) | 0～50 mg/L | 反映氮污染水平 |

表2 常用在线监测指标及推荐量程（续）

| 指标 | 推荐量程 | 说明 |
| --- | --- | --- |
| 总磷(TP) | 0～10 mg/L | 反映磷污染水平 |
| 溶解氧(DO) | 0～20 mg/L | 判断水体自净能力 |

* + 1. 数据采集与传输

数据采集单元应支持多通道传感器输入，并具备数据缓存功能以防通信中断造成数据丢失。

通信方式的选择应根据监测点位位置、网络覆盖情况和数据量大小综合考虑，可采用光纤、4G/5G蜂窝网络、NB-IoT或LoRa等技术。对于偏远或供电不稳定的点位，应考虑配备太阳能供电与低功耗通信方案。

不同通信方式的主要特点与适用场景见表3。

1. 通信方式特点与适用场

| 通信方式 | 传输速率 | 覆盖范围 | 适用场景 |
| --- | --- | --- | --- |
| 光纤 | 高速(＞1 Gbps) | 有线可达范围 | 固定点位、大数据量传输 |
| 4G/5G | 高速(＞100 Mbps) | 基站覆盖区 | 城区及网络覆盖良好区域 |
| NB-IoT | 中低速(＜100 kbps) | 广域覆盖 | 偏远地区、低频数据传输 |
| LoRa | 中速 | 数公里范围 | 区域集中点位组网 |

* 1. 数据管理
     1. 数据采集与质量控制

数据管理是生活污水智能监测与预警系统稳定运行的核心环节，涵盖数据采集、存储、处理、安全与共享等全过程。高质量的数据管理不仅确保监测信息的完整性和可靠性，还为后续分析、预警和决策提供坚实基础。

系统应对采集到的数据进行实时校验，包括数据范围检查、格式检查和逻辑一致性检查，及时剔除异常值并记录异常原因。对于连续性要求较高的监测点，应设置冗余采集单元，防止设备故障造成数据缺失，数据质量控制方法与适用场景见表4。

1. 数据质量控制方法与适用场景

| 控制方法 | 功能 | 适用场景 |
| --- | --- | --- |
| 范围检查 | 判断数据是否超出合理区间 | 所有监测指标 |
| 格式检查 | 确保数据格式符合规定 | 数据上传至平台前 |
| 逻辑检查 | 检查多指标间的逻辑关系 | COD与BOD变化趋势分析 |
| 冗余采集 | 多设备同步采集对比 | 关键点位、易故障点位 |

* + 1. 数据存储

数据应存储于安全可靠的数据库中，支持历史数据的长期保存和快速查询。存储系统应采用本地+云端双备份模式，并支持版本管理与日志记录，确保数据可追溯。

* + 1. 数据处理与分析

平台应具备数据清洗、统计分析、趋势分析和可视化展示等功能，支持按日、周、月、季度生成监测报告。对于异常波动，应自动触发分析模块，结合历史数据和外部信息进行综合判断。

* + 1. 数据安全与共享

数据安全措施应包括访问权限控制、传输加密、备份恢复和防篡改机制。

在共享方面，应遵循“分级授权、按需共享”的原则，与水务管理部门、环保监管平台建立安全的数据交换接口。

* 1. 预警机制

预警机制是智能监测系统实现快速响应、减少水质风险的重要功能。其核心目标是在水质异常或趋势恶化时，及时向相关人员和部门发出预警信息，并启动相应的处置流程。

* + 1. 预警分级

预警应根据水质指标超标程度和持续时间分为不同等级，以便采取差异化响应措施，具体如表5所示。

1. 生活污水监测预警分级参考

| 预警等级 | 触发条件 | 典型响应措施 |
| --- | --- | --- |
| 一级（红色） | 核心指标严重超标或持续超标超过设定时长 | 立即通知主管部门，启动应急处理 |
| 二级（橙色） | 核心指标轻度超标或短时严重波动 | 现场核实并采取临时控制措施 |
| 三级（黄色） | 指标接近预警阈值或出现异常趋势 | 加密监测频率，关注变化趋势 |
| 四级（蓝色） | 数据异常但未接近阈值 | 系统记录并常规复核 |

* + 1. 预警触发方式

预警可通过阈值触发（监测数据超过设定限值）、趋势触发（指标变化速率异常）和综合评分触发（多指标综合得分超过预设值）三种方式实现。

* + 1. 预警信息发布

预警信息应通过多渠道发布，包括系统平台弹窗、短信、电子邮件及政务系统接口推送，确保相关人员第一时间接收。

* + 1. 预警处置流程

处置流程应明确“确认、通报、处置、复查、总结”五个环节。对于重大预警事件，应同步启动应急预案，并在事后进行复盘分析，以优化后续预警规则。

* 1. 运行维护
     1. 运维总体要求

运行维护是确保生活污水智能监测与预警系统长期稳定运行的重要保障。科学合理的运行维护机制可以延长设备寿命、提升监测精度，并降低系统故障率。

系统运行维护应遵循“预防为主、定期检查、及时维修、持续优化”的原则。应建立运维责任制度，明确各环节的责任人和响应时限。对于关键点位，应设立专人值守或远程监控机制，确保突发情况能够第一时间处理。

* + 1. 日常运行管理

日常运行管理包括设备运行状态检查、数据传输质量监控及平台功能测试等。

主要的日常运行检查内容及频次如表6所示，可作为运行管理计划制定的参考。

1. 日常运行检查内容与频次

| 检查内容 | 检查方法 | 推荐频次 |
| --- | --- | --- |
| 监测设备运行状态 | 现场查看或远程监控 | 每日 |
| 数据采集与传输是否正常 | 平台数据对比与通信状态监测 | 每日 |
| 数据完整性与准确性 | 样本抽检与人工比对 | 每周 |
| 预警功能是否正常 | 模拟测试或历史数据回放 | 每月 |
| 供电与备用电源状态 | 电压检测与备用电池更换 | 每季度 |

* + 1. 设备维护与校准

监测设备应定期进行清洗、维护和校准，以保证数据准确性。清洗应根据水质情况调整频率，对易结垢、易堵塞的探头可采用自动清洗装置。校准工作应使用符合国家标准的校准液，并记录校准日期、操作人员及校准结果。

* + 1. 软件与平台维护

数据平台应定期进行软件更新和功能优化，修复已知漏洞，增加新功能或优化算法。更新前应做好数据备份，并在低峰期执行，避免影响系统运行。

* + 1. 故障应急处理

应建立故障响应机制，明确从发现故障到恢复运行的各环节步骤和时限。例如，通信中断应在1小时内排查原因，传感器故障应在24小时内更换或修复。重大故障处理完成后，应形成故障分析报告，总结原因并提出防范措施。常见故障类型与对应措施见表7。

1. 常见故障类型与应对措施

| 故障类型 | 可能原因 | 应对措施 |
| --- | --- | --- |
| 数据中断 | 通信链路故障、电源中断 | 检查通信设备与供电系统 |
| 数据异常 | 传感器污染或损坏 | 清洗或更换传感器，重新校准 |
| 平台无法访问 | 服务器故障、网络中断 | 检查服务器运行状态，联系网络运维 |
| 预警频繁误报 | 阈值设置不当、算法异常 | 调整阈值，优化算法模型 |

* 1. 保障措施
     1. 制度保障

保障措施是确保生活污水智能监测与预警系统长期稳定运行和持续发挥效能的重要基础。本章从制度、技术、人员和资金等方面提出建设与运行过程中的配套保障要求。

应建立涵盖建设、运行、维护、数据管理和应急处置等环节的制度体系，并与现行环保、水务和信息化管理制度相衔接。制度应明确责任分工、工作流程、考核机制及奖惩措施，确保各项工作有章可循、有据可依。

* + 1. 技术保障

技术保障应覆盖硬件设备、软件平台和网络通信等方面。为便于管理，技术保障的主要内容及实施要点见表8。

1. 技术保障主要内容及实施要点

| 保障内容 | 实施要点 |
| --- | --- |
| 设备保障 | 选用符合国家标准的高可靠性设备，配备备用件 |
| 平台保障 | 建立容灾备份机制，定期更新和升级 |
| 通信保障 | 采用多路径传输方案，减少通信中断风险 |
| 能源保障 | 配备不间断电源(UPS)及备用电池或太阳能供电 |

* + 1. 人员保障

应建立专业化的运维团队，涵盖系统管理员、设备维护员、数据分析员和应急处置员等岗位。

团队成员应接受系统操作、设备维护和安全管理等方面的培训，持证上岗，并根据技术发展定期进行知识更新。

* + 1. 资金保障

应将系统建设与运行维护经费纳入年度预算，确保设备采购、平台升级、人员培训和应急处置等费用的持续投入。对重点监测区域和关键设施，应设立专项资金支持。

* + 1. 协同保障

应加强与环保、水务、应急管理、信息化等部门的协调配合，实现信息共享与联合响应。必要时，可引入第三方技术服务机构参与系统建设、运维和评估，提高整体管理水平。

